

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-231683
 (43)Date of publication of application : 29.08.1995

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

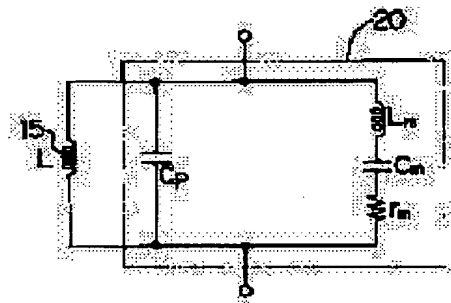
(21)Application number : 06-021426
 (22)Date of filing : 18.02.1994

(71)Applicant : NIKON CORP
 (72)Inventor : FUKUDA TAIICHIRO

(54) ULTRASONIC ACTUATOR DRIVE CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To lessen the consumption of a current in a electromechanical converting element by connecting an inductive element in parallel to the electromechanical converting element.
CONSTITUTION: In an ultrasonic actuator 20, the equivalent circuit of a piezoelectric element generates progressive vibration waves in an elastic body by applying AC drive voltage across this piezoelectric element. To this piezoelectric element, an inductive element 15 such as a coil, etc., is connected in parallel with the piezoelectric element. The inductive element 5 may be inside or outside the ultrasonic actuator 20, and it can be arranged freely so long as it is parallel with a peculiar capacity C_p . Hereby, the consumption of the current of the circuit driving the electromechanical converting element can be lessened, and the freedom in circuit design increases.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 7 - 2 3 1 6 8 3

(43)公開日 平成7年(1995)8月29日

(51)Int. Cl.⁶
H 0 2 N 2/00

識別記号 庁内整理番号
C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-21426

(22)出願日 平成6年(1994)2月18日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 福田 泰一郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式
会社ニコン内

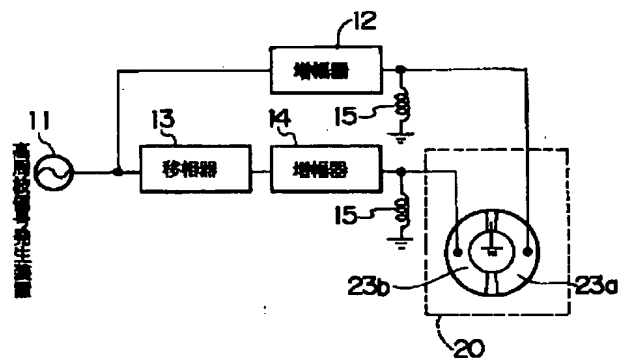
(74)代理人 弁理士 鎌田 久男 (外1名)

(54)【発明の名称】超音波アクチュエータ駆動回路

(57)【要約】

【目的】 圧電素子を流れる消費電流を少なくすることを可能にする。

【構成】 交流電圧を印加することにより励振される圧電素子を備えた超音波アクチュエータを駆動する超音波アクチュエータ駆動回路において、圧電素子 2 3 に対して並列に、誘導性素子 1 5 を接続した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交流電圧を印加することにより励振される電気機械変換素子を備えた超音波アクチュエータを駆動する超音波アクチュエータ駆動回路において、前記電気機械変換素子に対して並列に誘導性素子を接続したことを特徴とする超音波アクチュエータ駆動回路。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された超音波アクチュエータ駆動回路において、前記誘導性素子は、そのインダクタンスを前記電気機械変換素子の固有容量と反共振する値に設定したことを特徴とする超音波アクチュエータ駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電素子などの電気機械変換素子を励振することにより、超音波アクチュエータを駆動する超音波アクチュエータ駆動回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 4 は、従来の超音波アクチュエータの一例を示す図であって、図 4 (A) は断面図、図 4 (B) は圧電素子の電極配置を示す平面図、図 4 (C) は等価回路を示す回路図である。円環型の超音波モータを例とする超音波アクチュエータ 20 は、図 4 (A) に示すように、固定子 21 と移動子 24 等とから構成されている。固定子 21 は、弾性体 22 と、この弾性体 22 に接合され、駆動信号により励振されて弾性体 22 の駆動面に進行性振動波を発生する圧電素子 23 とから構成されている。移動子 24 は、ロータ 25 と、このロータ 25 に接合され、弾性体 22 と接触する摺動材 26 とからなり、移動子 24 は、加圧手段 (不図示) により、固定子 21 の弾性体 22 に加圧接触されることにより、前記進行性振動波により回転駆動される。

【0003】圧電素子 23 には、図 4 (B) に示すように、電極 23 a ~ 23 d が配置されている。電極 23 a, 23 b は、入力電極であり、相互に $\pi/2$ だけ位相差をもった所定の周波数の交流電圧が印加される。電極 23 c は、接地される共通電極であり、電極 23 d は、圧電素子 23 の励振には寄与しない電極であってモニタ電圧を取り出すのに用いられる。

【0004】圧電素子 23 は、PZT 等の圧電材料の両端に電極を設けたものである。容量成分が必ず形成される。圧電素子 23 の等価回路は、その固有容量を C_p とすれば、図 4 (C) のように表すことができる。この圧電素子 23 の両電極間に、電圧 V として、

$$〔数 1〕 V = V_0 \sin(\omega t)$$

なる交流電圧を印加した場合に、固有容量 C_p によるインピーダンス Z_p は、

$$〔数 2〕 Z_p = 1/j\omega C_p$$

となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の超音波アクチュエータでは、〔数 2〕からわかるように、角周波数 ω が大きくなると、インピーダンス Z_p が小さくなるので、インピーダンス Z_p を流れる電流が大きくなり、駆動に必要な電流が増加してしまう。このときに、駆動電圧 V が直流であれば、インピーダンス Z_p に電流が流れることはないが、交流である限り、インピーダンス Z_p に必ず電流が流れ、消費電流が増加してしまう。特に、角周波数 ω が大きくなればなるほど、消費電流が増加する、という問題があった。

【0006】本発明の目的は、前述の課題を解決して、電気機械変換素子を流れる消費電流を少なくできる超音波アクチュエータ駆動回路を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明による超音波アクチュエータ駆動回路の第 1 の解決手段は、交流電圧を印加することにより励振される電気機械変換素子を備えた超音波アクチュエータを駆動する超音波アクチュエータ駆動回路において、前記電気機械変換素子 (23) に対して並列に誘導性素子 (15) を接続したことを特徴としている。

【0008】第 2 の解決手段は、第 1 の解決手段の超音波アクチュエータ駆動回路において、前記誘導性素子は、そのインダクタンスを前記電気機械変換素子の固有容量と反共振する値に設定したことを特徴としている。

【0009】

【作用】本発明によれば、電気機械変換素子に対して、並列に誘導性素子を接続したので、電気機械変換素子の合成インピーダンスを大きくすることができ、そのインピーダンスに流れる電流を減少させることができる。特に、電気機械変換素子の固有容量 C_p と誘導性素子 L のインダクタンスが反共振するようにすれば、 C_p と L との並列合成インピーダンスが無限大となり、その合成インピーダンスに流れる電流が零となり、消費電流をより少なくすることができる。

【0010】

【実施例】以下、図面等を参照しながら、実施例をあげて、本発明を詳細に説明する。図 1 は、本発明による超音波アクチュエータ駆動回路の実施例を示すブロック

図、図 2 は、本実施例に係る圧電素子の等価回路を示す回路図、図 3 は、本実施例に係る圧電素子の周波数-インピーダンス特性を示す線図である。なお、前述した従来例と同様な機能を果たす部分には、同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

【0011】高周波信号発生装置 11 は、超音波アクチュエータ 20 を駆動するために、所定の周波数の交流信号を出力するための装置であり、その出力は、増幅器 12 によって増幅されたのちに、超音波アクチュエータ 20 を構成する圧電素子 23 の電極 23 a に接続されている。一方、高周波信号発生装置 11 の出力は、分岐し

て、移相器 13 によって $\pi/2$ だけ位相の異なった交流信号としたのち、増幅器 14 を介して、圧電素子 23 の電極 23b に接続されている。

【0012】この実施例では、圧電素子 23 の等価回路は、図 2 のように表すことができ、超音波アクチュエータ 20 においては、この圧電素子 23 の両端に、交流の駆動電圧を印加させて、弾性体 22 に進行性振動波を発生させている。前述したように、この圧電素子 23 の両電極間に印加する電圧 V を〔数 1〕とした場合に、固有容量 C_p によるインピーダンス Z_p は、〔数 2〕となる。駆動電圧は、交流であって、角周波数 $\omega \neq 0$ である限り、固有容量 C_p に電流が流れることになるが、本件発明者は、この固有容量 C_p に流れる電流が超音波アクチュエータ 20 の動作に寄与していないことに着目した。

【0013】そこで、本実施例では、図 2 に示すように、圧電素子 23 に対して、並列にコイル等の誘導性素子 15 を接続した。なお、誘導性素子 15 は、超音波アクチュエータ 20 の内部であっても外部であってもよく、固有容量 C_p と並列であれば、自由に配置することができる。

【0014】この誘導性素子 15 のインダクタンス L は、圧電素子 23 の固有容量 C_p と反共振するような値とすることが望ましい。つまり、駆動電圧の角周波数を ω としたときに、 L と C_p との並列合成インピーダンス Z_{LC} が無限大になるように、 L の値を定めれば、並列合成インピーダンス Z_{LC} に流れる電流が 0 となり、消費電流は少なくすることができる。

【0015】すなわち、図 2 において、 C_p と L の並列合成インピーダンス Z_{LC} は、

$$\begin{aligned} \text{〔数 3〕} \quad Z_{LC} &= \left[(1/j\omega C_p) \cdot j\omega L \right] / \left[1/j\omega C_p + j\omega L \right] \\ &= j \cdot \omega L / (1 - \omega^2 C_p L) \end{aligned}$$

と表すことができる。ここで、反共振点は、 $1 - \omega^2 C_p L = 0$ より

$$\text{〔数 4〕} \quad L = 1/C_p \omega^2$$

$$\text{〔数 5〕} \quad \omega = (1/C_p L)^{1/2}$$

また、〔数 4〕より、周波数 f に直せば、 $\omega = 2\pi f$ であるから、

$$\text{〔数 6〕} \quad L = 1/C_p (2\pi f)^2 = 1/(4\pi C_p f^2)$$

〔数 6〕より、 $|Z_{LC}|$ と f の関係を図示すると、図 3 のようになる。

【0016】ここで、〔数 4〕において、周波数を $f =$

50 [kHz]、 $C_p = 4$ [nF] とした場合に、 $L = 2.53$ [mH] を得られる。したがって、誘導性素子 15 を前記 L の値にすれば、 C_p を流れる電流を極めて少なくすることができる。なお、図 3 では、 $C_p = 4$ [nF]、 $L = 2.6$ [mH] としたので、反共振点は、 $f_r = (1/2\pi) (1/C_p L)^{1/2} \div 49$ [kHz] となる。

【0017】以上説明した実施例に限定されず、種々の変形や変更が可能であって、それらも本発明に含まれる。例えば、電気機械変換素子として、圧電素子を例に説明したが、電歪素子であってもよい。また、超音波アクチュエータとしては、円環型の超音波モータの例で説明したが、リニア型であってもよい。さらに、超音波モータには限らず、超音波洗浄器、超音波加湿器などにも使用できる。

【0018】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、本発明によれば、電気機械変換素子に対して並列に誘導性素子を接続したので、電気機械変換素子を駆動する回路の消費電流を少なくすることができ、回路設計上の自由度が増す、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による超音波アクチュエータ駆動回路の実施例を示したブロック図である。

【図 2】本実施例に係る圧電素子の等価回路を示す回路図である。

【図 3】本実施例に係る圧電素子の周波数-インピーダンス特性を示す線図である。

【図 4】従来の超音波アクチュエータの一例を示す図であって、(A) は断面図、(B) は圧電素子の電極配置を示す平面図、(C) は等価回路をそれぞれ示す回路図である。

【符号の説明】

- 11 高周波信号発生装置
- 12, 14 増幅器
- 13 移相器
- 15 誘導性素子
- 20 超音波アクチュエータ
- 21 固定子
- 22 弾性体
- 23 圧電素子
- 24 移動体
- 25 ロータ
- 26 摺動材

